

SISTEM MONITORING SINYAL ELEKTROKARDIOGRAM (EKG) MENGUNAKAN THINGSPEAK CLOUD COMPUTING

Amin A. Maggang¹, Beby H. A. Manafe², Sarlince O. Manu³, Johanis F. M. Bowakh⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Elektro FST Universitas Nusa Cendana,

Email: amin_maggang@staf.undana.ac.id

Email: bebymanafe@staf.undana.ac.id

Email: sarlince_manu@staf.undana.ac.id

Email: bowakh@staf.undana.ac.id

Info Artikel

Histori Artikel:

Diterima Mar 01, 2021

Direvisi Mar 30, 2021

Disetujui Mar 31, 2021

ABSTRACT

Developments in electronics and software have led to many cloud server applications that can be integrated with Arduino Uno to create an inexpensive cardiovascular health monitoring system. Therefore, this study aims to build a heart health monitoring system based on the internet of things by utilizing the free ThingSpeak server account and the AD8232 ECG sensor. The results show that the developed system can send ECG data and display it on the ThingSpeak server, although only the QRS and RR segments of the ECG signal can be adequately shown and meet its usual standards. The obtained QRS and RR (peak-to-peak) segment intervals were 0.126 seconds and 0.641 seconds, respectively. Apart from this, the system can automatically calculate and display the heart rate on the ThingSpeak server's output every 15 seconds.

Keywords: ad8232 sensor, electrocardiograph, Internet of Things. ThingSpeak

ABSTRAK

Perkembangan dalam bidang elektronika dan software memunculkan banyak aplikasi cloud computing yang dapat diintegrasikan dengan arduino uno untuk membangun suatu sistem monitoring kesehatan jantung yang murah. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membangun suatu sistem monitoring kesehatan jantung berbasis internet of things dengan memanfaatkan akun tak berbayar ThingSpeak server dan sensor EKG AD8232. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem yang dibangun dapat mengirim data EKG dan ditampilkan pada ThingSpeak server, meskipun hanya sinyal QRS dan RR yang dapat ditampilkan sesuai dengan interval standarnya. Interval segment QRS adalah 0.126 detik dan untuk interval RR (peak-to-peak) adalah 0.641 detik. Selain itu, sistem ini juga mampu secara otomatis menghitung dan menampilkan nilai Heart Rate pada output ThingSpeak server setiap 15 detik.

Kata Kunci: ad8232 sensor, electrocardiogram, Internet of Things. ThingSpeak

Penulis Korespondensi:

Amin A. Maggang

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknik,

Universitas Nusa Cendana,

Jl. Adisucipto Penfui - Kupang.

Email: amin_maggang@staf.undana.ac.id

1. PENDAHULUAN

Penyakit jantung merupakan penyakit nomor satu yang menyebabkan kematian secara global, yang diestimasikan sebanyak 17.9 juta jiwa setiap tahun[1]. Sakit ini termasuk dalam penyakit disorder jantung dan pembuluh darah yang dapat menyebabkan serang jantung. Sepertiga dari jumlah kematiannya adalah orang dengan usia dibawah 70 tahun[1]. Oleh karena itu penyakit ini tidak bisa disepelekan dan diperlukannya monitoring secara konstan dan real-time sehingga penanganannya dapat dilakukan dengan cepat[2].

Elektrokardiogram (EKG) merupakan alat medis yang dapat mengukur *heartbeat* dari sinyal EKG dan menampilkannya pada monitor. Sinyal EKG adalah rekaman aktivitas listrik pada permukaan tubuh yang dihasilkan oleh otot jantung dan merupakan suatu test yang paling umum untuk jantung[3]. Namun alat ini tergolong dalam alat kesehatan yang mahal. Versi yang murah biasanya terintegrasi pada jam tangan untuk mendeteksi detak jantung ketika orang beraktifitas. Namun kebanyakan versi yang murah ini tidak bisa mendeteksi bentuk atau interval sinyal EKG itu sendiri, hasilnya langsung dalam satuan detak jantung yaitu beat per minute.

Dengan berkembangnya teknik komunikasi digital, software berbasis web server yang terintegrasi dengan perangkat elektronika seperti arduino uno, raspberry dan berbagai sensors elektronika, maka sistem monitoring EKG dapat dibangun dengan harga yang murah[4]. Bahkan monitoring ini tidak hanya dilakukan dilokasi

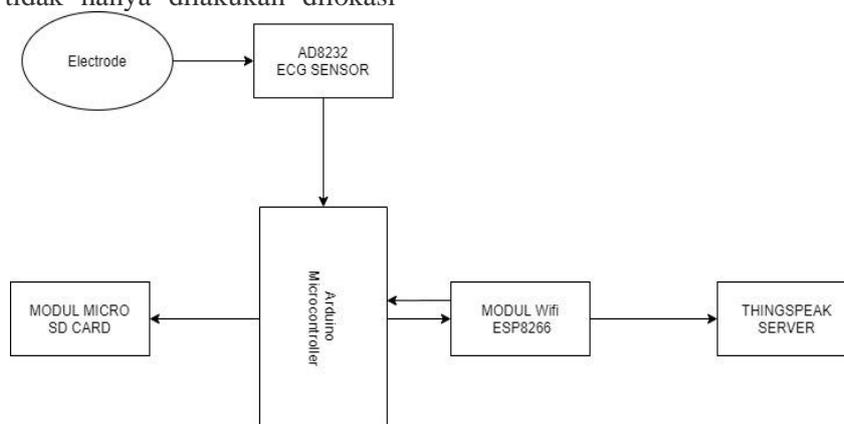
tertentu, tetapi telah memanfaatkan Internet of Things untuk bisa dilakukan dalam jarak jauh karena desain alatnya portable[5, 6] dan dapat ditampilkan pada ThingSpeak Server secara tak berbayar ataupun berbayar[7].

Tentunya ada perbedaan layanan yang diberikan pada akun tak berbayar dan premium berbeda. Salah satu keterbatasan dari akun tak berbayar ThingSpeak adalah, data yang dikirim ke server hanya akan diupdate setiap 15 detik. Hal ini membuat perancang harus mampu mendesain sistem yang mampu beradaptasi dengan keterbatasan feature tersebut[8]. Selain itu, data yang ditampilkan pada output memiliki interval satu detik. Hal ini membuat tampilan dari sinyal EKG dengan interval yang singkat dalam mili detik akan sulit dikenali.

Oleh karena itu, artikel ini akan membahas rancang bangun suatu sistem monitoring sinyal EKG dan sekaligus mengevaluasi penggunaan ThingSpeak saat menampilkan sinyal EKG yang dikumpulkan oleh sensor AD8232 dan ditransmisikan menggunakan modul wifi esp8266-01.

2. METODE PENELITIAN

Arsitektur sistem monitoring EKG sinyal yang dibangun dapat dilihat pada gambar 1. Secara umum sistem ini dibagi dalam lima bagian, diantaranya Modul sensor, micro SD card, arduino Mikrokontroler, ESP8266-01, dan ThingSpeak Cloud Server.



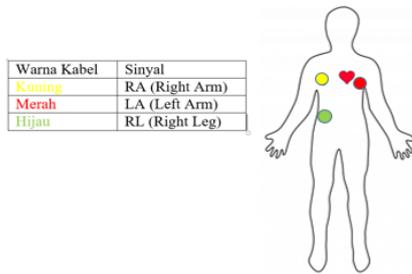
Gambar 1 Blok Diagram Sistem Monitoring EKG

2.1 Proses pendeteksian sinyal EKG

Modul sensor yang digunakan terbagi atas dua bagian, yaitu Elektrode dan Sensor EKG

AD8232. Fungsi elektrode adalah untuk mendeteksi sinyal EKG pada tubuh manusia dan meneruskannya ke modul sensor AD232. Untuk menjalankan fungsinya, elektrode dengan tiga

lead ini ditempatkan pada tubuh manusia dengan mengikuti metode segitiga Einthoven[9]. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Penempatan Elektroda pada tubuh Manusia

Sinyal dari elektrode yang lemah dan terdapat noise, kemudian diinputkan ke Sensor AD8232 untuk dikuatkan dan difilter noisanya.

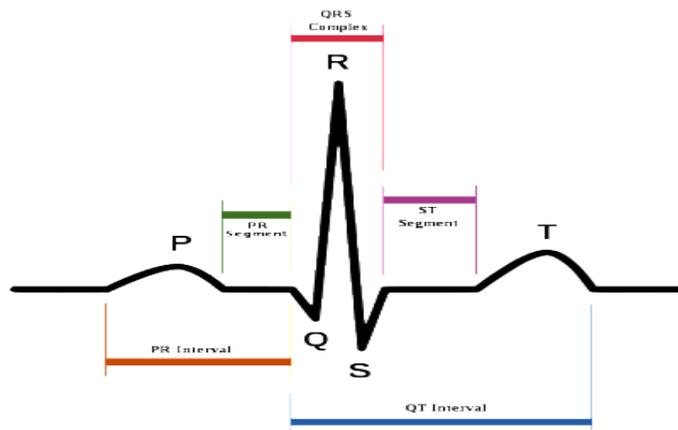
2.2 Proses Data pada Arduino Board

Sinyal yang telah dikuatkan, kemudian diinputkan ke arduino board untuk diproses. Proses yang

dilakukan diantaranya, penyimpanan data sementara pada micro SD card, dan kemudian proses transmisi ke server ThingSpeak melalui modul WiFi esp8266-01. Proses penyimpanan data sementara ini diperlukan karena ThingSpeak server dengan akun tak berbayar hanya mengupdate datanya setiap 15 detik. Dengan demikian proses coding yang dilakukan pada arduino IDE pun harus mampu beradaptasi dengan situasi tersebut.

2.3 Output EKG Sinyal pada ThingSpeak

Untuk proses analisis, *output* sinyal EKG yang berhasil dikirim dan ditampilkan pada ThingSpeak akan dianalisis untuk melihat kualitasnya apakah sesuai dengan standar parameter normal yang tercatat pada tabel 1. *Heart Rate* dalam satuan BPM juga akan dihitung secara manual berdasarkan jarak antara puncak (*peak-to-peak* dua sinyal R. interval normal sinyal EKG dapat dilihat pada gambar dan tabel berikut[10]:



Gambar 3 Grafik Sinyal EKG

Tabel 1 Parameter EKG Normal[11]

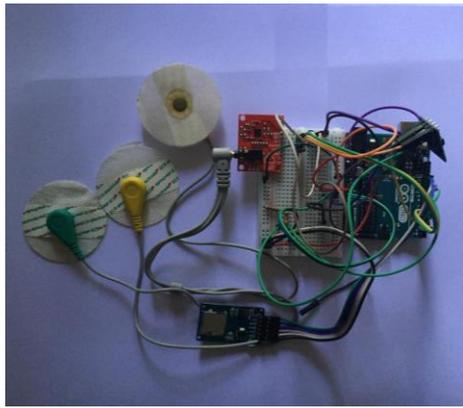
Event/Interval/Segment	Rentangan Normal
Gelombang P	0.06 – 0.11 detik
Interval PR	0.12 – 0.20
Segment PR	0.08 detik
Kompleks QRS	< 0.12
Segment ST	0.12 Sec
Interval QT	0.36 – 0.44 detik
Gelombang T	0.16 detik
Interval R-R	0.6 – 1 detik

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh dapat dilihat dari sisi software, dalam hal ini proses coding, dan dari hardware sistem yang dibangun sampai dapat menampilkan sinyal EKG pada server ThingSpeak.

3.1 Diagram Rangkaian Sistem Monitoring

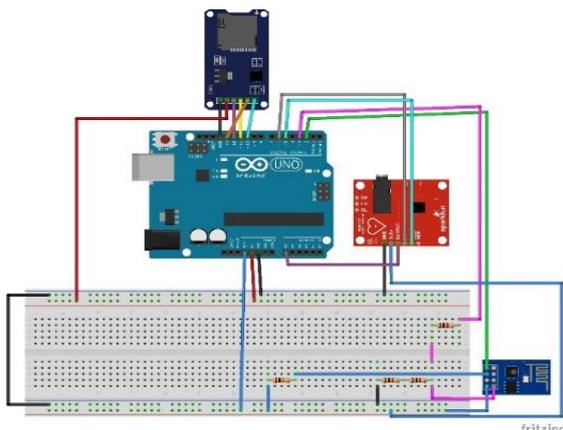
Secara fisik, sistem Monitoring Sinyal EKG yang berhasil dibangun adalah seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 4 Rangkaian fisik sistem monitoring

Gambar 3 menunjukkan bagaimana empat komponen, yaitu Arduino board, AD8232 EKG sensor, Micro SD card module, and ESP8266 wifi module saling terhubung secara fisik.

Untuk melihat detail koneksi antara modul, maka gambar fisik tersebut dapat digambarkan berdasarkan skema berikut:



Gambar 5 Skema Rangkaian

Sementara itu detail koneksinya dapat dilihat pada tabel 2, 3, dan 4 yang menjelaskan koneksi setiap komponen yang terhubung dengan Arduino Uno, yaitu koneksi Micro SD card dan Arduino, esp8266-01 dan arduino, dan sensor EKG 8232 dan arduino.

Tabel 2 Koneksi Micro SD Card dan Arduino Uno

PIN Micro SD Card	PIN Arduino Uno
----------------------	--------------------

GND	GND
VCC	5V
MISO	Pin 12
MOSI	Pin 11
SCK	Pin 13
CS	Pin 10

Tabel 3 Koneksi esp8266-01 dan Arduino Uno

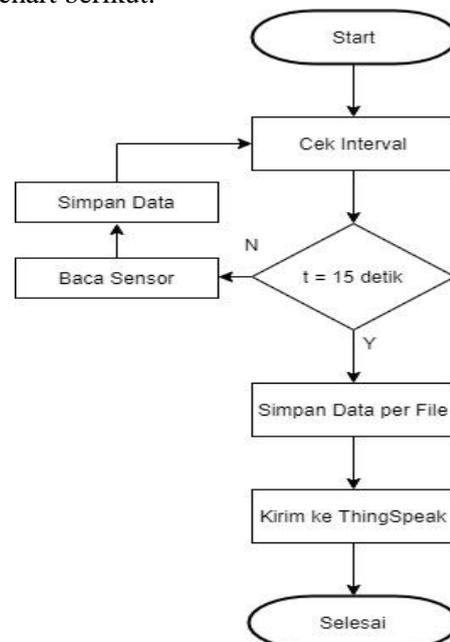
PIN ESP8266-01	PIN Arduino Uno
Tx	Pin 2
CH_PD	3,3V melalui R1 10kΩ
RST	-
VCC	3,3 V
Rx	Pin 3 melalui R2 1kΩ

Tabel 4 Koneksi Sensor EKG AD8232 dan Arduino Uno

PIN AD8232	PIN Arduino Uno
GND	GND
3,3V	3,3V
Output	A ₀
LO-	Pin 6
LO+	Pin 5
SDN (Shutdown)	Tidak digunakan

3.2 Desain Software Sistem Monitoring

Proses coding yang dilakukan mengikuti flowchart berikut:



Gambar 6 Flowchart Sistem Monitoring EKG

Secara program, sistem bekerja mengikuti flowchart pada gambar 5. Berdasarkan flowchart, proses kerja sistem adalah, pertama sensor mem-

baca selama 15 detik, dan data tersebut disimpan sementara pada micro SD Card. Setelah interval waktu 15 detik, data sinyal EKG tersebut akan dikirim ke ThingSpeak Server dan ditampilkan secara grafis. Proses penyimpanan sementara pada micro SD card dilakukan karena akun tak berbayar ThingSpeak Server mengupdate datanya setiap 15 detik. Sehingga sistem yang dibangun harus mampu mengupdate data ke ThingSpeak sesuai dengan durasi tersebut.

3.3. Hasil tampilan sinyal EKG Pada ThingSpeak Server

Gambar 7 merupakan hasil tampilan sinyal EKG pada ThingSpeak server.



Gambar 7 Tampilan Sinyal EKG pada ThingSpeak

Sedangkan gambar 8 adalah hasil perhitungan Heart Rate yang dihitung dari sinyal EKG, dalam hal ini menggunakan persamaan:

$$\text{Heart Rate} = 6000 \text{ milidetik} / \text{tpp} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana R adalah sinyal puncak pada sinyal EKG dan tpp adalah (time peak to peak) antara dua sinyal R berturut-turut.



Gambar 8 Tampilan Heart Rate (BPM) pada ThingSpeak

Detail data dari kedua gambar (Gambar 7 dan Gambar 8) pada ThingSpeak diunduh dalam format file .csv. adalah sebagai berikut:

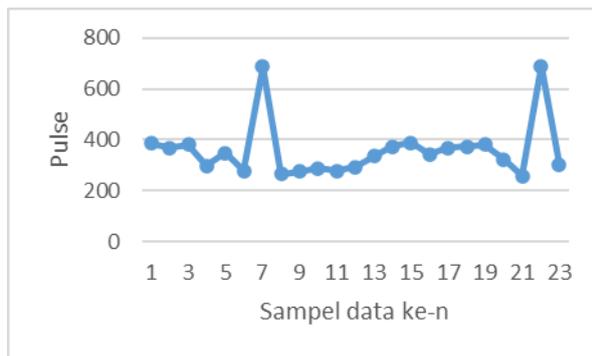
	created_at	entry_id	field1	field2
513				
514	2020-11-05 01:54:22 UTC	512	266	102
515	2020-11-05 01:54:23 UTC	513	684	102
516	2020-11-05 01:54:24 UTC	514	240	102
517	2020-11-05 01:54:25 UTC	515	228	102
518	2020-11-05 01:54:26 UTC	516	255	102
519	2020-11-05 01:54:27 UTC	517	264	102
520	2020-11-05 01:54:28 UTC	518	239	102
521	2020-11-05 01:54:29 UTC	519	239	102
522	2020-11-05 01:54:30 UTC	520	358	116
523	2020-11-05 01:54:31 UTC	521	314	116
524	2020-11-05 01:54:32 UTC	522	244	116
525	2020-11-05 01:54:33 UTC	523	684	110
526	2020-11-05 01:54:34 UTC	524	251	110
527	2020-11-05 01:54:35 UTC	525	243	110
528	2020-11-05 01:54:36 UTC	526	230	110
529	2020-11-05 01:54:37 UTC	527	210	110
530	2020-11-05 01:54:38 UTC	528	188	110
531	2020-11-05 01:54:39 UTC	529	221	110
532	2020-11-05 01:54:40 UTC	530	279	110
533	2020-11-05 01:54:41 UTC	531	275	110
534	2020-11-05 01:54:42 UTC	532	286	110
535	2020-11-05 01:54:43 UTC	533	267	110
536	2020-11-05 01:54:44 UTC	534	269	110
537	2020-11-05 01:54:45 UTC	535	225	110
538	2020-11-05 01:54:46 UTC	536	220	110
539	2020-11-05 01:54:47 UTC	537	188	110
540	2020-11-05 01:54:48 UTC	538	627	108
541	2020-11-05 01:54:49 UTC	539	165	108

Gambar 9 Tampilan detail .csv File Sinyal EKG dan Heart Rate pada ThingSpeak

Gambar 9 menunjukkan dua jenis data pada field1 dan field2. field1 merupakan data sinyal EKG dan field2 adalah data Heart Rate. Pada tampilan di gambar 9, terlihat data Heart Rate nya mengalami perubahan pada setiap puncak nilai sinyal R pada EKG. Jika dipadankan dengan grafik pada gambar 8 dan gambar 9, maka dapat dilihat kesesuaian datanya. Awalnya nilai Heart Rate nya 102 BPM, kemudian mengalami sedikit perubahan ke 116 BPM dan kemudian turun ke 110 BPM sampai kepada puncak sinyal R yang berikut, yaitu 627, nilai Heart Rate kembali berubah lagi ke 108 BPM.

3.3. Analisis Kualitas Sinyal EKG

Untuk melihat kualitas sinyal EKG yang dihasilkan oleh sistem yang telah dibangun, maka perhitungan interval sinyal PQRST dihitung dan dibandingkan dengan interval normalnya. Untuk keperluan ini, maka nilai interval sampel (delta) dalam satuan mili second juga ditampilkan pada pada file csv nya untuk menghitung nilai Heart Rate, dan interval segment sinyal PQRST. Data sinyal EKG yang digunakan pada perhitungan ini ditampilkan pada gambar berikut:



Gambar 10 Grafik Sinyal EKG

Tabel 5 Data Sinyal Pulse EKG, BPM, dan Delta

Sample	Pulse	BPM	DeltaT(ms)
1	386	0	345
2	369	0	42
3	382	0	42
4	299	0	42
5	349	0	43
6	277	0	42
7	689	97	42
8	265	97	42
9	275	97	42
10	289	97	42
11	279	97	42
12	293	97	42
13	337	97	45
14	374	97	48
15	389	97	42
16	343	97	43
17	369	97	42
18	374	97	42
19	381	97	42
20	324	97	43
21	259	97	42
22	690	93	42
23	304	93	43

Tabel 5 merupakan data yang diambil pada saat perekaman sinyal EKG pada gambar 10. Berdasarkan tabel 5 maka nilai *Heart Rate* dapat dihitung dengan menggunakan (1), dimana nilai tpp (total nilai delta yang berada diantara kedua nilai R), yang mana berdasarkan tabel 4, maka kita jumlah nilai delta pada sampel ke-7 sampai sampel ke-22 yang totalnya adalah 641 ms. Sehingga nilai *Heart Ratenya* dalam (BPM) adalah:

$$Heart\ Rate = \frac{60000\ \text{mili\ detik}}{641\ \text{mili\ detik}} = 93.6\ \text{BPM}$$

Sehingga nilai heart rate pada sample ke-22 saat sinyal peak R adalah 690 berubah dari 97 bpm menjadi 93 bpm.

Sedangkan untuk melihat kualitas sinyal EKG, kita dapat menghitung interval segment sinyal QRS. Sinyal QRS adalah yang ditunjukkan pada sampel 6, 7, dan 8 atau sampel 21, 22, dan 23. Interval sampel ke 6, 7, dan 8 adalah $42 + 42 + 42 = 126$ mili detik atau 0.126 detik. Nilai ini termasuk dalam kategori normal yaitu < 0.12 detik. Selain itu interval antar puncak RR juga dapat dihitung dengan menjumlah nilai delta antara kedua puncak R, yaitu 641 ms atau 0.641 detik. Nilai ini pun termasuk normal karena berada diantara 0.6 sampai dengan 1 detik dan sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh [11]. Untuk nilai segment yang lain seperti interval PR, ST dan beberapa yang lain tidak dapat dihitung karena tidak terdeteksi dengan baik.

4. KESIMPULAN

Penelitian yang dilakukan telah berhasil membangun suatu sistem Monitoring Sinyal EKG menggunakan modul sensor AD8232, modul Wifi esp8266-01, Arduino uno, micro SD card, dan ThingSpeak Server. Sistem bekerja dengan menggunakan tiga elektrode yang dipasang pada tubuh manusia mengikuti aturan segitiga einthoven. Elektrode tersebut di-hungkan ke sensor AD8232 yang terhubung dengan arduino. Data dari AD82232 ini kemudian dikirim ke ThingSpeak Server setiap 15 detik menggunakan modul WiFi esp8266-01. Sebelum dikirim, data tersebut disimpan sementara pada micro SD card. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa sistem dapat mentransmisikan data dengan baik, meskipun beberapa segment sinyal EKG tidak dideteksi dengan baik. Kualiatas sinyal EKG, yaitu untuk interval QRS dan Interval RR dapat dideteksi intervalnya dengan baik. Interval QRS adalah 0.126 detik, dan interval RR adalah 0.641 detik. Interval yang baik dan kemampuan mendeteksi sinyal QRS ini membuat sistem ini dapat digunakan untuk memonitor dan mendeteksi Heart Rate dalam satuan Beat Per Minute (BPM). Pekerjaan selanjutnya yang dapat dilakukan dari penelitian ini adalah berkaitan dengan mencari tahu penyebab mengapa beberapa segment sinyal tidak tampak pada output ThingSpeak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] WHO. (2021, 1 Maret 2021). *Cardiovascular Diseases*. Available: https://www.who.int/health-topics/cardiovascular-diseases#tab=tab_1
- [2] M. Naazneen, S. Fathima, S. H. Mohammadi, S. I. L. Indikar, A. Saleem, and M. Jebran, "Design and Implementation of ECG monitoring and heart rate measurement system," *International Journal of Engineering Science and Innovative Technology (IJESIT)*, vol. 2, pp. 456-465, 2013.
- [3] R. D. Anderson, S. Kumar, R. Parameswaran, G. Wong, A. Voskoboinik, H. Sugumar, *et al.*, "Differentiating right-and left-sided outflow tract ventricular arrhythmias: classical ECG signatures and prediction algorithms," *Circulation: Arrhythmia and Electrophysiology*, vol. 12, p. e007392, 2019.
- [4] S. Das, S. Pal, and M. Mitra, "Arduino-based noise robust online heart-rate detection," *Journal of medical engineering & technology*, vol. 41, pp. 170-178, 2017.
- [5] M. C. T. Manullang, J. Simanjuntak, and A. L. Ramdani, "Implementation of AD8232 ECG Signal Classification Using Peak Detection Method For Determining RST Point," *Indonesian Journal of Artificial Intelligence and Data Mining*, vol. 2, pp. 61-66, 2019.
- [6] N. K. Jumaa, "Survey: internet of thing using FPGA," *Iraq J. Electrical and Electronic Engineering*, vol. 13, 2017.
- [7] A. A. Mohamad, N. K. Jumaa, and S. H. Majeed, "Thingspeak Cloud Computing Platform Based ECG Diagnose System," *International Journal of Computing and Digital Systems*, vol. 8, pp. 11-18, 2019.
- [8] ThingSpeak. (2020, 01 Maret 2021). *ThingSpeak™ Licensing FAQ*. Available: https://thingspeak.com/pages/license_faq
- [9] B. E. Jin, H. Wulff, J. H. Widdicombe, J. Zheng, D. M. Bers, and J. L. Puglisi, "A simple device to illustrate the Einthoven triangle," *Advances in physiology education*, vol. 36, pp. 319-324, 2012.
- [10] A. L. Goldberger, "Goldberger's clinical electrocardiography," *ECG basics: waves, intervals, and segments*, vol. 2, pp. 8-14, 2013.
- [11] F. Roberto, "Automatic heartbeat monitoring system," 2019.